

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-253573

(43)Date of publication of application : 11.11.1986

(51)Int.Cl.

G06F 15/20

H01L 21/02

(21)Application number : 60-093657

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 02.05.1985

(72)Inventor : MATSUMOTO KUNIO  
TAKEUCHI MASARU

## (54) METHOD AND DEVICE FOR SELECTION OF MANUFACTURING PROCESS DATA

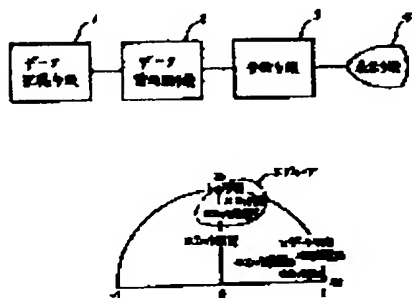
### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To select simply a data item matching with the purpose of analysis by digitizing the discrimination data to perform analysis for weighted primary component of said numerical value and the numerical data and displaying the results of said analysis on a plane formed by the 1st and 2nd primary component axes.

**CONSTITUTION:** Manufacturing process data serving as an analysis candidate is stored in a data memory means 1. For a LSI manufacturing process, the manufacturing process data includes both the numerical data on the yield, the etching amount, the threshold voltage, the gate size, etc. and the discrimination data on the etching machining date, the etching device name, etc. A data preprocessing means 2 digitizes the discrimination data.

And an analysis means 3 applies the weighted primary

component analysis to the discrimination data changed into the numerical value as well as the original numerical data to obtain the factor load amount of each data item against the 1st and 2nd primary components. These load amounts are displayed on a display means 4. The data items names of the factor load amounts are plotted on the planes of the primary component axes Z1 and Z2 with respect to the 1st and 2nd primary components. Then the analysis data items are selected by noticing the data group approximate to 1 of the 1st primary component axis Z1.



## 対応なし、英抄

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑮ 公開特許公報(A)

昭61-253573

⑯ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑰ 公開 昭和61年(1986)11月11日

G 06 F 15/20  
H 01 L 21/02Z-8219-5B  
7168-5F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑱ 発明の名称 工程データ選択法及び装置

⑲ 特 願 昭60-93657

⑳ 出 願 昭60(1985)5月2日

㉑ 発 明 者 松 本 邦 夫 横浜市戸塚区古田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内  
 ㉒ 発 明 者 竹 内 賢 小平市上水本町1450番地 株式会社日立製作所武蔵工場内  
 ㉓ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
 ㉔ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

1 発明の名称 工程データ選択法及び装置

2 特許請求の範囲

1 複数項目の数値データ及び識別データから成りかつ複数のケースを持つ工程データを対象に識別データを数値化し、さらにこれと上記数値データを重み付け主成分分析して得られた因子負荷量を第1及び第2主成分軸の作る平面に提示することを特徴とする工程データ選択法。

2 複数項目の数値データ及び識別データから成りかつ複数のケースを持つ工程データを記憶する手段と、上記識別データを数値化し数値データに加えるデータ前処置手段と、前処置されたデータに重み付け主成分分析を行う分析手段と、重み付け主成分分析で得られた因子負荷量を第1、第2主成分軸の作る平面に提示する提示手段とからなる工程データ選択装置。

3 発明の詳細な説明

## (発明の利用分野)

本発明は製造工程のデータ分析に係り、とくにLSI製造工程など多くの工程データ相互の関係を解析するに有益なデータ項目選択法及びその装置に関する。

## (発明の背景)

特に、LSI製造に代表される高度産業では、その歩留りが材料ロス、加工損失、加工日、保守状況およびその他の加工条件に大きく依存する。そこで工程管理者は、工程の要因となる加工条件、工程の中間検査結果である中間特性あるいは歩留りを含む工程の最終検査データ等を収集し、これらの項目相互の関係を解析して歩留り阻害要因の究明を行っている。

ところで、LSI製造工程を例にとれば、その工程数は100を超え、各工程から収集される加工装置名、加工日、保守状況、使用材料ロス等を全工程で合計すると数100のデータ項目数に及ぶ。これに加えて、酸化膜厚、イオン打込量、グート寸法、調整電圧等の中間検査デー

データ項目、更には参習り、内容別不良率等の最終検査データ項目を考慮するとその数は膨大なものとなる。そして一つの製品ロットを一つのケースとして、これらのデータが製品ロット数に相当するケースの数だけ収集されている。

このような工機データの解析手法には主に次の方法がよく行われている。たとえば参習りについて解析したいとすれば、参習りやそれに関係すると思われるデータ項目の(1)加工条件別ヒストグラム、(2)製造工程の加工日によるトレンドグラフ、(3)各種工程データ相互の散布図がそれである。

しかし、これらの解析手法は事前に膨大な数のデータ項目の中から解析に有益と思われるいくつかの項目を選択しておかなくてはならない。そこで、従来は過去の経験とか不良品の分解調査情報をもとに解析者がこれを選択するか、あるいは次のような統計的方法が採られていた。

奥野等は株式会社日科技通出版社1985年発行の「多変量解析法<改訂版>」p.202～204に

析に有益なデータ項目の選択は解析の中心となるデータ項目が属するグループ及びその原点対象位置にあるグループ内のデータ項目を重点的に選択すればよい。たとえば、データ項目1が参習りを示す項目であれば、グループA及びA'内のデータ項目1、4、5、9を選択する。すなわち、この内では9種類の工機データ項目から4種類の解析に有益な工機データを統計的に選択できることを示している。これは前述したように数100を超える多項目の工機データから解析に有益な数10以下のデータ項目の選択可能性を意味する。

なお、因子負荷量散布図の $Z_1$ 、 $Z_2$ はそれぞれ第1、第2主成分軸を示しており、各プロット点はそれぞれのデータ項目の第1、第2主成分に対する因子負荷量を $Z_1$ 、 $Z_2$ 平座に打点したものである。

しかし、以上述べた解析者自身による有益データ選択手法及び主成分分析をそのまま利用する手法には次のような問題点があった。

において、多変量(多項目)数値データの要約分類手法として主成分分析による因子負荷量散布図の有用性を述べている。この手法は、たとえば第7図に示すような9種類のデータ項目について8個のケースからなる数値データ行列に対し、主成分分析を行って第8図に示すような因子負荷量散布図を得る。そして、因子負荷量散布図のプロット点相互の位置関係から各データ項目相互の関係が要約できることを示している。すなわち、次のように項目選択できることを示唆している。第7図に示した9種類のデータ項目は第8図の因子負荷量散布図上において、Aグループはデータ項目1、5、A'グループはデータ項目4、9、Bグループはデータ項目6、B'グループはデータ項目8、Cグループはデータ項目2、3、6の5グループに要約分類できる。ここでCグループのように原点に近いものを除けば、同一グループ内にある各データ項目相互は正の相関があり、かつ原点対象に位置するグループのデータ項目相互は負の相関を持つ。解

まず、経験等による解析者自身による項目選択手法では、その良否が解析者の技量に大きく依存し主観的で誰でもがうまい解析項目を選べる保証がない。また、新たな参習り調査後の項目選択にはほとんど無力である。

次に、主成分分析をそのまま利用する手法には以下に示す3つの問題点があった。それらは、(1)識別データはそのままでは主成分分析できないこと、(2)解析の中心となる参習りなどのデータ項目が第8図のCグループのように原点に近い領域に入り、これと関連のあるデータ項目選択が不能になる可能性があること、(3)第8図のAとA'あるいはBとB'グループのように選択に有益なデータ項目群が負の相関関係により離れたところにプロットされる表示上の不自然さなどである。

(発明の目的)

本発明の目的は、上記した3つの問題点を解析し、多数のデータ項目から解析に有益な項目を選択する方法及び装置を提供するにある。

## 〔発明の概要〕

以下、上記目的達成の基本的考え方を示す。

第1の問題点に対しては、識別データをあらかじめ主成分分析可能な数値データに変換する。識別データが $n$ 個の状況あるいは個体を識別する文字データから成るとき、これを $n$ 個の数値データ項目に数値変換する。また、識別データが加工日データのように年月日を示すようなデータであれば、適当な日を起点に取って数えた日数に変換する。

第2の問題点に対しては、歩留りなど解析の中心となるデータ項目に対し重み付け主成分分析を行う。

第3の問題点に対しては、第1、第2主成分軸 $Z_1$ 、 $Z_2$ を横軸とする因子負荷量散布図の第I象限と第II象限及び第III象限と第IV象限を重ねることにより原点対象データ項目群を近接してプロットする。

## 〔発明の実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図乃至第6図

に示している。識別データに対してはそのままでは主成分分析ができない。

そこで、第9図ステップ2の処置では、第4図及び第5図に示すような数値化をデータ前処置手段2で行う。第4図は加工日のようにその順序に意味がある識別データを数値化する例である。これは、ある基準になる日を設けて、これを起算日とする日数を用いる。第4図のエッチ加工日の数値化例では、1984年1月1日を起算日としたときの事例で1行目の1984年8月22日は82になる。また、第5図は製品名のような識別データの数値化例である。数値化は識別の数だけデータ項目を用意し、各項目名にはエッチ製品A、B、Cなどの具体的製品名をあてる。それぞれの項目に割当てられる数値化データは、該当項目名のところを'1'とし、他は'0'とする。1行目のエッチ製品名データがA製品の例では、数値化されたデータはエッチ製品A欄に'1'、エッチ製品B、C欄に'0'をあてる。

及び第9、6図により説明する。第1図は、本発明による工機データ選択装置の構成図であり、データ記憶手段1、データ前処置手段2、分析手段3及び提示手段4から成る。第2図(a)は上記提示手段4による因子負荷量散布図の一提示例を示すもので、同図(b)は従来方法による提示例である。第3図は数値データ及び識別データの混在する工機データ例であり、第4図はエッチ加工日などの識別データの数値化例、第5図はエッチ製品名などの識別データの数値化例である。第6図は重み付け主成分分析のための重みの与え方の一例を示す図である。なお第9図は一連の処置手順を示すフローチャートである。

まず第9図ステップ1の処置では、第1図に示す工機データ選択装置のデータ記憶手段1に解析の候補となる第3図のような $p$ 項目の工機データを記憶する。 $LS$  / 工機を対象とすると、この工機データには、歩留り、エッチ量、調幅電圧、ゲート寸法などの数値データ、エッチ加工日、エッチ製品名などの識別データが混

次に、第9図ステップ3の処置では、このように数値化された識別データとともとの数値データ(全体で $p'$ 項目になる。 $p' \geq p$ )に対し分析手段3で重み付き主成分分析を行い、第1及び第2主成分に対する各データ項目の因子負荷量を求める。第6図には重み付き主成分分析の一実施例として、前処置された工機データから得られた相関係数行列 $R$ ( $p' \times p'$ 行列)に重み行列 $W$ ( $p' \times p'$ 行列)を加した重み付き相関係数行列 $R'$ ( $p' \times p'$ 行列)を求める方法を示した。主成分分析は、この重み付き相関係数行列 $R'$ に対し行う。ここで、第6図の重み行列 $W$ の例では(1, 1)要素に重み $w$ を付けた事例であり、1番目の項目が解析の中心となる歩留りを示すデータ項目とした例である。もし、 $j$ 番目が解析の中心となるデータ項目であれば、重み行列 $W$ の(1,  $j$ )要素を重み $w$ とし、他の対角要素を1とすればよい。なお、重み $w$ は1を超える適当な値とする。

最後に、第9図ステップ4の処置では分析手

図3で求めた第1及び第2主成分に対する因子負荷量を表示手段で第2図(ハ)のように表示する。第2図(ハ)は、本発明による表示例(ハ)と比較するために示した従来の因子負荷量散布図であり、第1及び第2主成分に対する因子負荷量をそれぞれの主成分軸 $Z_1$ 、 $Z_2$ 平面にそのデータ項目名をプロットしたものである。本発明による表示例第2図(ハ)は表示例第2図(ハ)の第1、第2主成分のプロットをその位置に'○'印で、第3、第4主成分のプロットを原点対象の位置に'x'でプロットする。なお、重み付けしたデータ項目の第1及び第2主成分に対する因子負荷量を(1, 0)に置きかえ、このデータ項目名を第1主成分軸 $Z_1$ 上の1の点にプロットする。

以上述べた一連の処置のあとで、解析者は第2図(ハ)の第1主成分軸 $Z_1$ の1に近いデータ群に注目して解析データ項目を選択すればよい。第2図(ハ)の例ではSグループに属する参量リ、エツテ装置G、エツテ装置のデータ項目を重点的に選択し、以後の詳細解析に供すればよい。

れを組織豊富な解析のベテランか、統計について造詣のある解析者が行っていた。しかし、本発明により、製造スタッフの誰でもが、ますます複雑化、膨大化する工種解析に対し、簡単にこれらと同等以上の選択能力を持つことができる。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明による工種データ選択装置の構成図、第2図(ハ)は本発明の因子負荷量散布図の表示例であり、第2図(ハ)は従来の因子負荷量散布図、第3図は工種データ例図、第4図及び第5図は識別データの数値化例図、第6図は重みの与え方の例、第7図は数値データ行列、第8図は因子負荷量散布図である。第9図は本発明の一連の処置手順を示すフローチャートである。

- 1…データ記憶手段 2…データ前処理手段  
3…分析手段 4…表示手段

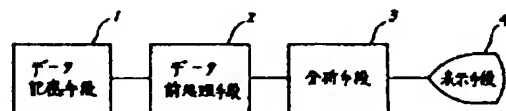
ところで識別データの数値化による数値化データは、とくに'1'、'0'に限らず2値順の数値の値ならば何でもよい。また、重み付け主成分分析における重み付けの方法としては、前処理された工種データにおいて重み付けしたいデータ項目のデータを被数列コピーし、これを前処理された工種データに結合したデータ行列に対して主成分分析を行う方法なども考えられる。

#### 〔発明の効果〕

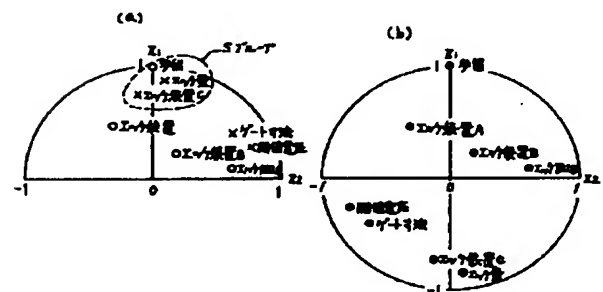
以上述べた如く、本発明によれば、解析者に有益な工種データの選択において、とくに識別データと数値データとを区別する必要がなく、一括した処置が可能となる。また、処置結果の表示は、散布図の上部にプロットされたデータ項目群を選択するだけでよく、とくに利用者に統計知識を要求しない。

すなわち、工種データの解析には、これに先だち膨大なデータ項目の中から解析の目的に合ったデータ項目を選択する必要があり、従来こ

第1図



第2図



第 3 図

因子番号	変数	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6	因子7
$d_1$	$d_{11}$	$d_{12}$	$d_{13}$	$d_{14}$	$d_{15}$	$d_{16}$	$d_{17}$	$d_{18}$
$d_2$	$d_{21}$	$d_{22}$	$d_{23}$	$d_{24}$	$d_{25}$	$d_{26}$	$d_{27}$	$d_{28}$
$d_3$	$d_{31}$	$d_{32}$	$d_{33}$	$d_{34}$	$d_{35}$	$d_{36}$	$d_{37}$	$d_{38}$
$d_4$	$d_{41}$	$d_{42}$	$d_{43}$	$d_{44}$	$d_{45}$	$d_{46}$	$d_{47}$	$d_{48}$
$d_5$	$d_{51}$	$d_{52}$	$d_{53}$	$d_{54}$	$d_{55}$	$d_{56}$	$d_{57}$	$d_{58}$

第 4 図

因子番号	変数
84.03.22	82
84.03.24	84
84.03.26	84
84.03.28	83
84.03.30	86

第 5 図

因子番号	変数
A	1
B	0
C	0
A	1

第 6 図

$$R' = WRW$$

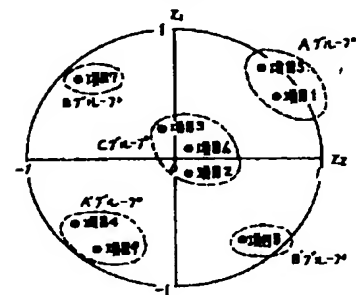
$$R' = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pp} \end{pmatrix} \quad R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pp} \end{pmatrix}$$

$$W = \begin{pmatrix} w & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

第 7 図

項目1	項目2	項目3	項目4
$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	$x_{24}$
$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$
$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$

第 8 図



第 9 図

